28673 DUP.

IGM88RT-201-695-G
CNRC 28673

10 janvier 86

Rapport Interne

Orientation proposée pour le développement du procédé PAW

Guy Patenaude

collaborateur:
Serge Landry
Michel Motard

Depuis que nous oeuvrons dans le domaine du soudage au plasma, certains de nos buts ont été atteints. Nous pouvons citer le cas du soudage de l'aluminium #6061T6 d'une épaisseur de 3/16 de pouce, en "keyhole", le contrat de la firme Andrew Antenna qui portait sur le soudage de l'aluminium #1100T0 d'une épaisseur de 1/8 de pouce et finalement celui de la compagnie Alcan, réalisé sur de l'aluminium #5083 de 1/4 de pouce. Mentionnons qu'une nouvelle torche au plasma fût achetée et mise en fonction dans le but de nous permettre d'améliorer notre expertise.

A ce stade-ci, je crois presonnellement qu'il est souhaitable d'évaluer nos connaissances en ce qui a trait au procédé qu'est le soudage au plasma. Ce rapport vise à suggérer les améliorations possibles qui nécéssitent une investigation plus sérieuse.

Le but de ces recherches est évidemment de rendre le procédé PAW plus efficace et plus rentable en industrie ainsi que de susciter l'intérêt des gens qui oeuvrent dans ce domaine.

Le procédé de soudage PAW s'avère facile à utiliser sur les matériaux comme l'acier et l'acier inoxydable. On peut employer la technique du "keyhole" ou du "melt-in". L'emploi d'un courant continu (cc) avec électrode négative assurent des conditions de soudage très stables ainsi qu'un minimum d'usure des composants de la torche. Un gros désavantage du procédé PAW est qu'il doit rivaliser avec d'autres procédés de soudage moins coûteux et plus simples à réaliser pour les métaux de ce type.

Le procédé de soudage PAW utilisé sur de l'aluminium, en "keyhole", présente plusieurs avantages bien supérieurs aux autres procédés, soit:

- Soudure étroite
- Soudure en une seule passe
- Injection réduite de chaleur dans la pièce
- Peu de déformation à la pièce
- Peu de porosité dans la soudure

Le procédé PAW n'est pas sans problèmes par contre. L'utilisation du procédé en mode "keyhole" nous restreint dans le choix de paramètres. L'utilisation du courant alterné cause aussi certains problèmes:

- Usure et changement de forme de l'électrode
- Manque de stabilité
- Difficulté de réussir plusieurs soudures identiques

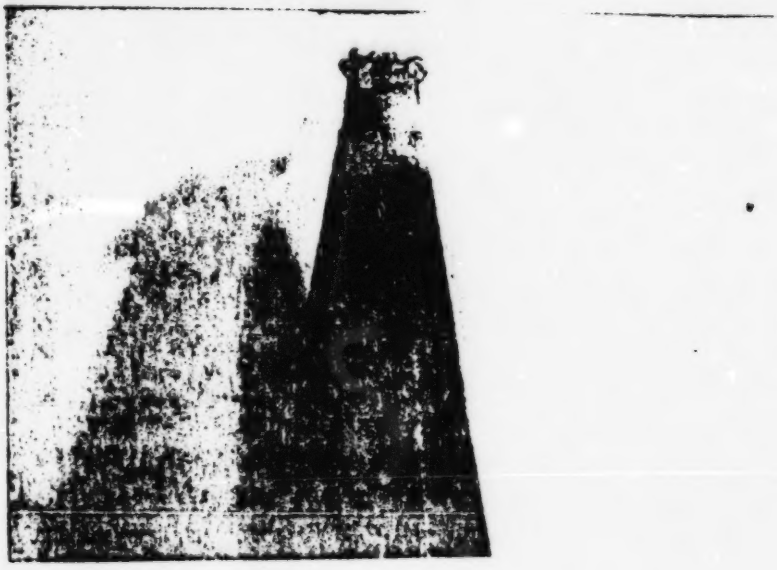
Il est à noter que la déformation de l'électrode affecte de beaucoup les paramètres choisis et de ce fait, la qualité de la soudure. Il devient donc très difficile de réussir une série de soudures identiques même si les autres paramètres de soudage restent inchangés.

L'utilisation du courant alterné cause des problèmes lors du soudage au plasma en "keyhole" sur l'aluminium. Le bout de l'électrode change de forme continuellement (voir figure 1). On peut alors présumer que le centrage ou encore la direction de la colonne de plasma varie continuellement elle aussi. La façon de solutionner ce problème est de faire pivoter la torche afin de maintenir la direction de la colonne vers l'avant. Cette direction avant est la plus favorable selon notre expérience.

Un système d'asservissement automatique de la direction de la colonne serait pour nous un grand atout. On pourrait imaginer qu'un système de vision ou un système de mesure électronique à la sortie de l'orifice de la tuyère pourrait servir à réaliser l'asservissement de la direction de la colonne de plasma. Le système ainsi mis en oeuvre nous aiderait à prévenir la formation de cannivaux sur la pièce et de faciliter le transfert de "melt-in" au "keyhole".

En plus d'affecter la direction de la colonne de plasma, la déformation de l'électrode engendre d'importantes variations sur la vélocité du gaz plasmogène. Ce phénomène est l'un des plus importants à considérer pour assurer une bonne soudure. S'il était possible de maintenir la vélocité du gaz constante à la sortie de la tuyère, la stabilité du procédé PAW serait grandement amélioré.

Une solution possible que j'entrevois serait de mesurer la vélocité du gaz et d'ajuster la longueur de l'électrode pour maintenir une vélocité constante.



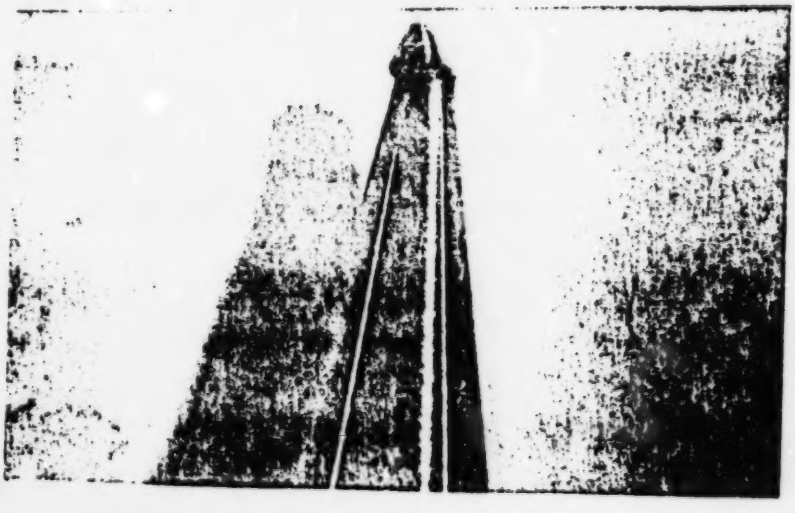


Figure 1

La déformation de l'électrode affecte directement la qualité du procédé PAW. Une deuxième solution au problème serait possible, celle d'empêcher l'électrode de se déformer. Une façon de faire serait d'installer une deuxième électrode à proximité de la première. Cette électrode accomplirait la tâche de décapage de la pièce en plus de subir à elle seule les effets dévastateurs du courant continu avec électrode positive. On peut imaginer un système de torche plasma à deux orifices ou encore un système de deux torches plasma placées côte à côte (voir figure 2).

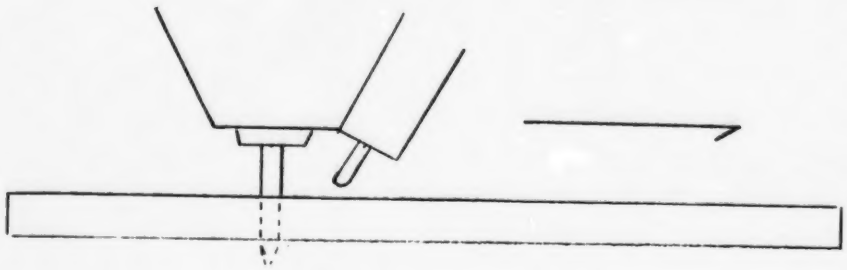


Figure 2

Une expérience de ce genre nous permettrait de voir si la technique de courant alterné est utilisée pour débarasser la surface de la pièce de ses oxydes ou si elle est nécessaire à la formation et au maintien du "keyhole".

Une étude plus approfondie de l'amplitude et de la durée du courant alterné ainsi que du "courant additionel en polarité inverse" nous permettrait d'optimiser le procédé, réduire l'usure de l'électrode et augmenter la stabilité et la fidélité.

Un autre paramètre très important est la distance entre la buse et la pièce à souder. Pour le procédé PAW en "keyhole", il est primordial de garder la distance au minimum. Jusqu'à présent, cette condition est maintenue de façon manuelle mais une méthode automatique serait un grand avantage. Encore une fois, un système de vision adéquat ou de mesure électronique pourrait se charger de garantir une distance buse-pièce optimale. La figure 3 nous démontre à l'aide d'un graphe, la façon d'accéder à l'état de "keyhole".

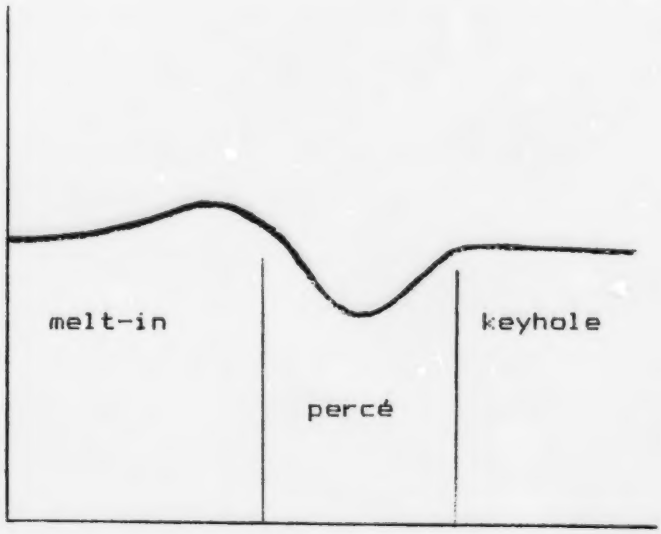


Figure 3

La procédé PAW en "keyhole" nous à causé jusqu'ici plusieurs problèmes, dont l'instabilité du procédé. Une technique différente pourrait être envisagée. Il s'agirait d'un système à deux torches, une de chaque côté de la pièce à souder, que l'on ferait travailler selon la technique du "melt-in". En contrôlant le procédé pour obtenir une pénétration d'un peu plus de 50% sur chaque côté, on pourrait obtenir une qualité de soudure comparable à celle obtenue avec la technique du "keyhole" tout en évitant les problèmes reliés à celle-ci.

L'avantage de la technique de "melt-in" est qu'il offre un choix de paramètres moins restrictif. De plus, la variation de la géométrie de l'électrode a beaucoup moins d'influence en courant alterné lorsqu'on utilise ce mode.

La figure 4 nous nous permet de visualiser un système de soudage au plasma en employant deux torches.

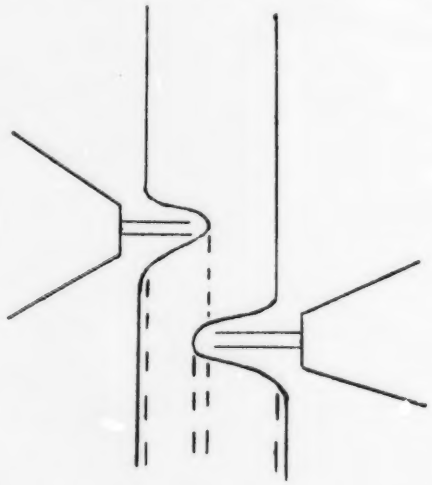


Figure 4

CONCLUSION

Le procédé de soudage PAW en "keyhole" se réalise bien sur l'acier et l'acier inoxydable. Le même procédé utilisé sur de l'aluminium ne nous donne pas encore de résultats satisfaisants.

Nous voulons utiliser ce procédé sur l'aluminium car il comporte plusieurs avantages, soudure en une seule passe, peu de déformation de la pièce, soudure très étroite et plusieurs autres. Par contre, les essais réalisés jusqu'ici nous démontrent très bien que le procédé est instable et cause d'énormes déformations dans la géométrie de l'électrode. Ces déformations de l'électrode affectent beaucoup la qualité de la soudure.

Nous proposons, dans ce rapport, quelques solutions possibles pour améliorer le procédé (soit la technique de "melt-in" à deux torches ou d'une torche plasma à deux électrodes) car les applications en industrie du procédé PAW sont à notre point de vue très nombreuses. Une réussite dans ce domaine résulterait en de grandes retombées économiques.

Je crois qu'il serait bon de continuer les recherches dans le domaine puisque deux compagnies, soit Martin Marietta Corp. et E.S. Fox Ltd. utilisent le procédé avec succès. Ils y sont arrivés seulement après avoir dévoué beaucoup de temps et d'effort pour y arriver.

Les succès réalisés par ces deux compagnies nous laissent entrevoir qu'il est possible de maîtriser le procédé de soudage PAW sur l'aluminium mais seulement si nous fournissons les efforts nécessaires. Nous devons intensifier nos recherches si nous désirons obtenir bientôt des résultats semblables ou meilleurs encore.